100

Б. П. ХВАТОВ · Р. М. ФЕДОРОВ

загадки эмбриона





Доктор медицинских наук Б. П. ХВАТОВ,
Р. М. ФЕДОРОВ

ЗАГАДКИ ЭМБРИОНА

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ»
Москва 1967

591.4
X30

2-10-6
141—67

Таинства девяти месяцев

— У истоков науки: догадки и загадки.— Цыпленок выводится из яйца. Эту истину, очевидно, знал еще пещерный человек. Но лишь сто сорок лет назад удалось выяснить, что и человек берет начало от яйцеклетки.— Эволюция жизни прошла путь в миллионы лет, чтобы из одноклеточной амебы создать разумного человека. Для повторения основных этапов этого пути зародышу достаточно семи недель.— Природа не скупилась на ошибки: пример тому — кладбища ископаемых динозавров. Зародыш не имеет права ошибаться.

Тайна зачатия и тайна развития нового организма в чреве матери — та совокупность вопросов, поиск ответов на которые и составляет в сущности предмет современной эмбриологии — уже давно привлекали внимание людей. Недостаток точных знаний заставлял делать предположения, подчас наивные. Так еще до начала нашей эры Сушрута — мудрец из древней Индии — полагал, что зародыш образуется в результате смешения в чреве матери отцовского семени и материнской крови. На той же точке зрения стоял и «отец медицины» древнегреческий врач Гиппократ, уточнявший, что из семени происходят все внутренние органы человека, а из крови — лишь мышцы.

О механизме зачатия — начале всех начал — и самых первых этапах развития зародыша приходилось делать лишь предположения, подобные приведенным. Но более поздние стадии развития были известны подробнее и точнее. Наиболее просто было познакомиться с развитием зародыша у птиц. Ведь этот процесс протекает вне организма. Уже в древнем Египте знали, какие условия необходимо обеспечить куриному яйцу, чтобы из него вылупился цыпленок. На основе этих знаний тамошние жрецы сумели построить первые инкубаторы. Знали они и о том, как развивается организм в чреве животных и ребенок в чреве матери. Древнееврейские врачи различали несколько стадий в развитии ребенка. А относительно того, как растет плод, в Талмуде было сказано, что младенец во чреве матери подобен свернутому свитку — со сложенными руками, плотно прижатыми друг к другу, с локтями, прикасающимися к бокам, с пятками против крестца и с головой между коленями. Его рот закрыт, его пупок открыт. Он ест пищу своей матери и пьет питье своей матери, но он не испражняется из страха погубить свою мать.

Несколько последующих столетий эмбриологические знания оставались именно на этом весьма невысоком уровне.

Новый шаг вперед в познании тайн рождения удалось сделать лишь после открытия микроскопа. В конце семнадцатого века — в 1677 году — ученик изобретателя микроскопа А. Левенгука Л. Гам открыл в мужском семени сперматозоиды. А еще через сто пятьдет лет, в 1826 году, русский ученый, академик Карл Бэр открыл яйцеклетку. Двумя десятилетиями позже профессору Московского университета Н. А. Варнеку удалось установить, что процесс оплодотворения начинается со слияния двух — мужской и женской — половых клеток, после чего следует дробление зародышевой клетки.

Проследив этапы формирования зародыша от яйцеклетки до рождения, ученые обнаружили интереснейшую закономерность: отдельные стадии этого развития у высших форм животных в какой-то степени повторяли историю эволюционного развития животного мира — зародыш повторял формы существ, близких к тем, что жили когда-то, миллионы лет назад, и были прародителями того вида, к которому относится данное животное. Формулировка этого закона, подтвердившего, в частности, справедливость эволюционной теории Чарлза Дарвина, была сделана в середине прошлого века немецким ученым Эрнстом Геккелем.

Небезынтересно с этой точки зрения проследить этапы развития зародыша человека — высшей формы животного мира. Этапы, которые могут служить кратким конспектом для изучения истории эволюции — пути, по которому шла природа, создавшая из одноклеточного прародителя жизни столь сложную конструкцию, какой является человеческий организм.

Итак, вернемся к моменту, когда сперматозоид — мужская половая клетка,—проникает в яйцеклетку (рис. 1). Это—начало начал. Отсюда начинается жизнь организма. Ядра мужской и женской половых клеток сливаются. Затем в течение четверти часа в зародышевой клетке не происходит никаких видимых изменений — целых 15 минут будущий человек остается одноклеточным организмом, таким, как, например, амеба. Но эти минуты кончаются — клетка делится надвое (рис. 2). Спустя еще четверть часа каждая из двух новых клеток делится еще раз. В организме уже четыре клетки. В природе есть, между прочим, такой вот четырехклеточный «взрослый» организм — маленькая водоросль, гликокапса (Glycocapsa). Она и умирает такой — четырехклеточной. Но человеческий зародыш, естественно, не останавливается на этой стадии. Процесс деления продолжается. Он протекает асинхронно: клетки делятся не все вдруг. Образуется то четное, то нечетное число их: 3, 4, 5, 6, 7, 8 и т. д.

У более низкоорганизованных животных, например у

морского ежа, деление оплодотворенной яйцеклетки идет синхронно: после первого деления на две клетки каждая из них делится одновременно и образуются 2, 4, 8, 16 и так далее клеток. Необходимо отметить (это, впрочем, относится и к яйцеклеткам млекопитающих), что в процессе дробления увеличивается количество клеток, но величина их уменьшает-

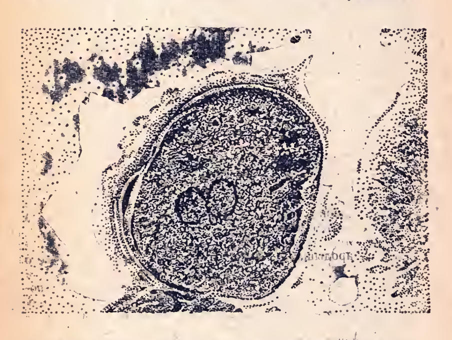
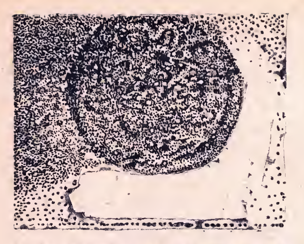


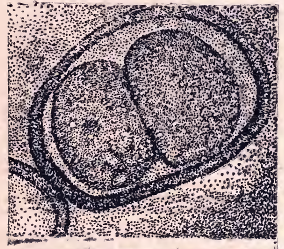
Рис. 1. Яйцо человека. Оплодотворение. Стадия сближения пронуклеусов— ядер мужской и женской половых клеток, которые должны слиться в одно.

ся. Вследствие этого зародыш, состоящий из 32 клеток, почти не превышает по объему только что оплодотворенную яйцеклетку.

Неравномерное деление зародышевой клетки у млекопитающих связывают с приспособлением этих животных к живорождению. Ученые полагают, что известную роль в выработке этого приспособления сыграл переход в процессе эволюции от крупных, богатых желтком яиц, к мелким с очень небольшим запасом питательных веществ.

На каком-то этапе зародыш получает сходство с ягодой шелковицы. По латыни эта ягода называется морус (Morus) и поэтому зародышевую стадию, состоящую из 32 клеток, эмбриологи называют *морулой*. Позже в плотном клеточном шаре образуется внутренняя полость. Зародыш превращается в пузырек, стенки которого состоят из одного слоя клеток.





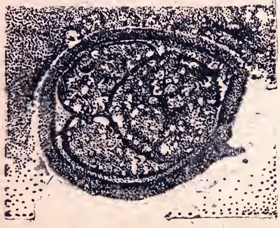


Рис. 2. Первые ранние стадии развития зародышей разных животных и человека весьма сходны: дробление яйцеклетки свиньи.

В природе есть аналогия и этой стадии зародыша — шаровидная колония водорослей вольвокс. Вольвокс — наиболее просто устроенный организм, в котором между различными клетками начинается «разделение труда». То же происходит и на шаровидной стадии (стадии *бластулы*) развития человеческого зародыша.

После того, как зародыш прошел стадию морулы, плотная клеточная масса его разделяется на центральную часть — зародышевый узелок и поверхностный слой клеток, покрывающих этот узелок. Примерно на такой стадии зародыш из яйцеводов поступает в матку, где происходит его дальнейшее развитие.

Наружный слой клеток бластодермического пузырька (этот слой называют *трофобластом*) разрастается и образует наружную оболочку будущего плода. Эта оболочка прикрепляется к слизистой оболочке стенок матки, а у некоторых животных глубоко внедряется в ее стенки.

Возвращаясь к развитию беспозвоночных, следует указать, что есть животные — даже целых два типа животных: губки, насчитывающие около 3 тысяч видов, и еще более многочисленные, включающие в себя около 4,5 тысячи видов, кишечнополостные,— у которых и во взрослом состоянии стенки тела состоят лишь из двух слоев клеток. Это обстоятельство позволило Эрнсту Геккелю выдвинуть предположение о том, что мир высших животных имеет своим общим предком животное чашечковидной формы с двуслойной оболочкой. Геккель назвал его гастреей. Конечно же, от этого животного не сохранилось даже ископаемых остатков—слишком крошечным и мягким было его тельце, но приближенное представление о его облике может дать современное пресноводное кишечнополостное животное — гидра.

У человека наружная оболочка плода образует тонкие отростки — ворсинки и врастает ими, как корень растения в почву, в дно материнской матки. Так начинается образование плаценты, с ролью которой нам предстоит подробнее познакомиться впоследствии. Отсюда, от плаценты, внутрь околоплодной оболочки ведет пуповина, связывающая плод с плацентой.

Но вернемся к самому зародышу. Он недолго остается в виде зародышевого узелка — *эмбриобласта*. Ему нужно спешить — на путь, которым создавшая человека природа шла миллионы лет, зародышу отведены считанные недели. Зародышевый узелок первоначально состоит из двух слоев клеток. Наружный называется *эктодермой*. Впоследствии из него образуются кожа и нервная система. Второй клеточный слой, внутренний носит название *энтодермы*. Впоследствии его клетки участвуют в формировании пищеварительного тракта и органов, возникающих в виде выростов этого тракта — пе-

чени, легких и поджелудочной железы. В ходе развития зародыша между эктодермой и энтодермой формируется третий слой клеток — *мезодерма*. У зародышей разных животных слой этот образуется различными способами. Но, каким бы путем ни возникала мезодерма, она всегда расщепляется на два листка, один из которых прикрепляется к эктодерме, а



Рис. 3. Ранние эмбрионы человека спереди, нарисованные при выпрямлении изгибов тела (по В. Пэттену): A — 4 недели; B — 5 недель; C — 6 недель; D — 7 недель; E — 8 недель.

другой — к энтодерме. Первый листок дает начало мышцам тела. Второй — мускулатуре пищеварительного тракта (энтодерма же образует внутреннюю выстилку пищеварительной системы).

Одновременно с мезодермой закладывается хорда — скелетный тяж, идущий вдоль средней линии со спинной стороны зародыша. Хорда — временное образование. Впоследствии на ее месте образуется позвоночник.

На одной из ранних стадий зародыш млекопитающих, едва достигший в длину 1—2 *мм*, по форме тела похож на червя (рис. 3). У него еще нет ни головы, ни мозга, ни конечностей. Но на лестнице эволюции это существо, похожее

на живущих и в настоящее время плоских червей, стоит уже несравненно выше чашечковидного, подобного примитивной гидре.

Отвлечемся от зародыша и поразмыслим над судьбой и возможностями того червеподобного существа, которое, вероятно, было нашим далеким предком. Продолговатая форма обеспечивала ему подвижность значительно бо́льшую, чем у гидры, которая почти и не передвигается. Гидра вынуждена ждать, когда добыча сама придет к ней. Подвижный же червь способен искать добычу, а значит имеет возможность лучше, обильнее питаться. Усиленное питание повлекло за собой развитие кишечника. Затем произошло событие огромной, как считают биологи-эволюционисты, важности: прорыв кишечника, до той поры замкнутого, и образование заднепроходного отверстия.

Гидре или иным кишечнополостным приходится извергать непереваренные остатки пищи через ротовое отверстие. Процесс питания у них прерывистый, пульсирующий. У червя пища пропускается через кишечный тракт вдоль тела и благодаря этому он может заглатывать ее чуть ли не непрерывно. Количество получаемой пищи у животного с таким строением большее, чем у кишечнополостного, и кроме того, пища используется полнее. А главное — с прорывом кишечника начинается развитие головы: передний конец тела со ртом, заглатывающим добычу, оснащается органами чувств; здесь же образуется и наиболее развитый отдел нервной системы — головной мозг.

Но вернемся к человеческому зародышу. Он продолжает совершенствоваться. На пятой неделе развития (к этому моменту длина собственно зародыша достигает 3,5—4 *мм*) у него образуется четыре жаберных складки — свидетельство того, что дальние предки наши жили в воде и дышали при помощи жабер. В тот же период у зародыша замыкается мозговая трубка и в головной части ее образуются три первичных мозговых пузыря—начало будущего головного мозга.

Зародыш становится похожим на животное, которое когда-то представляло собой переходную ступень от червей к рыбам. Ближайший родственник этого предполагаемого вымершего животного — ланцетник, полупрозрачное существо, имеющее в длину около 6—7 сантиметров — до сих пор еще живет в зоне песчаных берегов некоторых морей.

Первоначально мозг у зародыша имеет гладкую поверхность, как у рыб. Позднее появляются первые следы извилин, делающие мозг зародыша похожим на мозг пресмыкающихся. В дальнейшем количество извилин все более и более растет, увеличивая поверхность мозга, который уже у взрослого человека получает наивысшее свое развитие.

Также последовательно проходят стадии сходства с соот-

ветствующими органами рыб земноводных и пресмыкающихся и другие органы зародыша. Похожий на плавательный пузырь выступ кишечника разделяется на две полости, образуя впоследствии большие, разделенные на камеры и снабженные массою кровеносных сосудов, легкие. Сердце сначала имеет вид простого вздутия кровеносной трубки, как у червей. Потом оно разделяется на две половинки, как у рыб.



Рис. 4. Сравнительная величина зародышей человека в 5 и 6 месяцев.

Верхняя половинка впоследствии делится на правое и левое предсердие, и сердце зародыша теперь похоже на сердце змеи. И, наконец, в конце своего развития сердце становится четырехкамерным, как у всех млекопитающих.

Было бы слишком утомительным для читателя подробно рассказывать о формировании всех остальных органов и частей тела. Достаточно, пожалуй, сказать, что в общих чертах оно заканчивается в течение первых семи недель беременности к 50 дню. Напомним, что весь период беременности продолжается 280 дней — девять календарных месяцев. Не следует, однако, думать, что в последующие 230 дней — более, чем семь месяцев — идет лишь процесс роста плода. За 50 дней органы зародыша успевают сформироваться лишь вчерне. В последующие дни внутриутробной жизни они продолжают свое развитие и подготавливаются к выполнению тех функций, которые подчас вплоть до момента рождения выполняет за зародыш организм матери.

Есть мнение, что продолжительность утробной жизни у различных млекопитающих определяется размерами их тела. У небольших животных она невелика: у зайца — 30 дней, у кошки — 55 и у собаки — 60 дней. Более продолжительна она, например, у свиньи — 120 и у овцы — 150 дней. У крупных же животных она длится даже более чем у человека: 300 дней у лошади, 350 у верблюда и целых 600 у слона. Однако, есть много исключений из этого правила. У мелких пушных зверей — куницы, соболя и горностая — беременность длится 8 месяцев, а у барсука — целый год. Зародыш у этих животных развивается очень медленно именно на первых стадиях утробной жизни.

Рассматривая этапы формирования зародыша, мы вкратце проследили путь эволюции, которым шла она, создавая из одноклеточного существа современного человека. Не следует, однако, думать, что эмбриональные стадии человека механически повторяют строение ряда предков. Ученые не имеют в своем распоряжении столь большой и последовательной коллекции ископаемых организмов, которые были нашими далекими прародителями. А потому нельзя сказать с достоверной точностью о степени сходства эмбриона с тем или иным из них. Скорее всего, в своем утробном развитии зародыш повторяет строение не самих наших предков, а какие-то их зародышевые же — эмбриональные — стадии. Причем более полно он повторяет предков более близких к нам и значительно схематичнее — далеких.

История развития жизни на нашей планете насчитывает целых 500 миллионов лет. По всей видимости жизнь зародилась в воде, и там же формы жизни начали совершенствоваться. Одни формы жизни были более удачными, более приспособленными к условиям существования, другие — менее удачными. Последних безжалостно выбраковывал естественный отбор. Можно уверенно утверждать, что природа, усложняя и совершенствуя формы жизни, делала немало ошибок даже в ту пору, когда жизнь существовала лишь в воде — среде, которая, в сущности, весьма благоприятна для обитания живых организмов, ибо характеризующие ее параметры в достаточной степени постоянны.

Кстати, почти половину из тех пятисот миллионов лет, которые насчитывает история жизни на Земле — организмы обитали лишь в воде — суша была пустыней. Да и впоследствии первые животные, выползшие из моря на берег и начавшие заселять сушу — а ими были земноводные — еще сохраняли зависимость от воды. В воде они метали икру и в ней развивались зародыши этих животных.

Еще сто с лишним миллионов лет понадобилось на то, чтобы на Земле установилось господство пресмыкающихся — животных, вполне независимых от водной среды. 35 миллио-

нов лет потребовалось, чтобы оезраздельное господство пресмыкающихся сменилось царством зверей и птиц, сначала весьма несовершенных. Лишь 5—7 миллионов лет назад они приобрели свои сегодняшние черты строения. Еще короче история высшего творения природы — история человечества, которая, если считать от первых человекоподобных существ — насчитывает лишь миллион лет.

Условия жизни на суше значительно суровее, чем в воде: морозы, безводье, трудности при добыче пищи — не везде она в изобилии. Вероятно, эта суровость и большее, чем в море, разнообразие условий обитания сыграли очень большую роль в ускорении темпов развития органической жизни. Немалую лепту в это вложили и частые, если смотреть в геологическом масштабе времени, колебания климата на Земле.

Безусловно, развитие органической жизни на Земле шло не по какому-то целесообразному плану. Природа просто создавала тысячи вариантов, лишь малую долю которых оставлял в живых естественный отбор. Ошибок у природы было неизмеримо больше, чем удачных находок.

Зародыш проходит миллионнолетний путь эволюции за несколько недель. Он не имеет права ошибаться. За столь сжатый срок он должен выбрать из тысяч и тысяч возможных путей единственно правильный, уже проверенный жизнью предшествовавших поколений. В противном случае ему грозит гибель или в утробе матери или уже после рождения. Последнее окажется не просто гибелью единственного организма — маленькой песчинки природы. Событие это становится трагедией — трагедией его родителей и близких. Долг врачей не допустить ее. А для этого необходимо знать законы, по которым из единственной зародышевой клетки развивается взрослый организм, уметь своевременно замечать возможные уклонения от этих законов и уметь возвращать развитие зародыша в верное русло. К сожалению, до сих пор зародыш — эмбрион — это еще мир многих загадок.

Начало всех начал

— Мальчик или девочка? Как показывают опыты с дрозофилами выбор делает женская половая клетка.— Возможно, все разнообразие живых конструкций сделано по одному и тому же чертежу. Но амеба собирается почти по первозданному его варианту, а человек — по варианту с миллионами исправлений и дополнений.— Возможно ли «непорочное зачатие»?

Вероятно, многое из того, что будет сказано в этой главе, уже известно читателю. В последние годы, в связи с замечательными биохимическими открытиями, прояснившими механизм передачи наследственной информации, было издано много популярных книг по биологии. Но для того, чтобы изложение было последовательным, необходимо еще раз хотя бы вкратце напомнить некоторые истины.

Под микроскопом в живой клетке можно различать две главные составные части ее: протоплазму и ядро. В момент, когда клетка начинает делиться на две, в ядре становятся видимыми более мелкие образования — хромосомы. В каждой клетке тела у одного и того же животного и у всех животных одного и того же вида число хромосом одинаково и четно: они образуют пары, совершенно одинаковые по внешнему виду. Исключение составляют лишь две хромосомы, которые называются половыми. У самок они одинаковы. У самцов же — различны. Одна из них точно такая же, как и у самок, другая — присуща только мужскому полу. (Следует заметить, что у птиц и у бабочек половые хромосомы распределены поиному: в клетках самцов они одинаковы, а у самок — различны).

Клетки, из которых составлены все ткани тела животных называются соматическими. От них отличаются половые клетки. Последние при созревании делятся особым образом— так, что в них остается лишь половинное число хромосом, по одной от каждой пары. Все женские половые клетки одинаковы по хромосомному набору. Мужские же — сперматозоиды — различны: половина их несет мужскую хромосому, а половина — женскую.

Полное число хромосом, точно соответствующее числу хромосом в клетках животного данного вида, зародыш полу-

чает в момеит зачатия — в момеит слияния половых клеток. Тогда же определяется н пол будущего существа: если с женской половой клеткой соединяется сперматозоид, иесущий женскую хромосому, зачинается девочка. Если же сперматозоид иесет мужскую хромосому, зачинается мальчик.

Казалось бы, поскольку чнсло сперматозоидов с женской хромосомой точно такое же, как и с мужской, иа земле должио рождаться ровио столько же мальчнков, сколько и девочек. Однако это не так. Статистнка утверждает, что почти во все времеиа рождается больше мальчиков, чем девочек. Можио было бы предположнть, что женские зародыши в большем числе гибнут в период утробиого развития, чем мужские. Но и это ие так. Даже иаоборот: мужские зародыши гибнут в большем числе, чем жеиские. Таким образом, количество «мужских» зачатий также превышает число «женских». И это не только у человека, но н у других млекопитающих. Очевндно, зародыши мужского пола менее жизиестойки, более чувствительны к повреждающим воздействиям.

Но почему вопреки закоиам теории вероятиости зачинается больше существ мужского пола, чем жеиского? И чем определяется это отступленне от вероятностных закономерностей?

Интересиы нсследования в этом иаправленни, проведенные члеиом-корреспоидентом АМН СССР профессором П. Г. Светловым. Оии показали, что у мухи-дрозофнлы формироваиие, а точиее, предпосылка к формироваиию пола будущего зародыша начинается еще до оплодотворения. Оказывается, пол потомства у дрозофилы зависнт от воздействия виешней среды иа жеиские половые клеткн. При этом более чувствительиые к внешиим воздействням клеткн вероятиее всего дают иачало развитию самцов, а меиее чувствительные — самок. И это несмотря на то, что впоследствии после слияния женской половой клетки со сперматозоидом формироваиие пола в ту нли другую стороиу определяется привнесенной сперматозоидом половой хромосомой.

Из исследоваиий П. Г. Светлова как будто бы следует, что от самой жеиской половой клетки зависит, с каким именно сперматозоидом оиа соедииится. Ей представляется возможиость выбора из двух вариантов пола и оиа, в завнсимости от каких-то причин, выбнрает тот или иной.

Эти исследоваиия имеют большое общебнологнческое значеиие. Кроме того, вопрос о формироваиии пола, о возможности направлять развитие пола будущего организма в ту или ниую стороиу, интересеи н практикам. Например, на птицефабриках, специализирующихся на производстве яиц желательно иметь больше курочек — будущих несушек, а не петушков. То же и на молочных фермах. В мясиом же живот-

новодстве желательно получать больше самцов: они крупнее, быстрее растут.

Родители, ожидающие ребенка, тоже подчас хотят иметь «по заказу» девочку или мальчика. Но, пожалуй, если будет открыта возможность направлять развитие пола будущего существа в ту или иную сторону, то не следует применять ее в человеческом обществе. По крайней мере до тех пор, пока серьезные и убедительные социологические исследования не покажут, что это не приведет к заметному сдвигу в соотношении полов новорожденных.

Итак, почему зачинается мальчик или девочка, мы еще не знаем. Известна лишь роль половой хромосомы в развитии того или иного пола.

Хромосомы определяют не только пол. В них записана вся наследственная информация, определяющая и то, что зародыш, развивающийся из оплодотворенной человеческой яйцеклетки, должен стать именно человеком, а «не мышонком и не лягушкой», и то, что ребенок будет похож на своих родителей.

В последние десятилетия в биологии были сделаны открытия, пояснившие тонкости механизма наследственности. Оказалось, что хромосомы — это набор длинных молекул сложного органического вещества, называемого дезоксирибонуклеиновой кислотой (ДНК). Основу каждой такой молекулы составляют две скрученные в спираль нити, составленные из чередующихся молекул более простых веществ — углевода дезоксирибозы и фосфорной кислоты. С каждым из таких звеньев связано одно из четырех не очень сложных по структуре оснований — аденин (А), тимин (Т), цитозин (Ц) или гуанин (Г). Основание вместе со звеном из дезоксирибозы и фосфорной кислоты, называется нуклеотидом.

Вспомним, что при делении клетки ее хромосомы раздваиваются и расходятся в разные стороны, после чего сама клетка разделяется пополам. Раздвоение хромосом есть не что иное, как расхождение двух спиральных нитей молекулы ДНК. Каждая такая нить обладает свойством создавать себе пару: если опустить ее в раствор, содержащий нуклеотиды (именно таким раствором и является содержимое клетки), то к каждому нуклеотиду ДНК прикрепится соответствующий нуклеотид из раствора. Образовавшаяся цепочка свяжется в одну нить, совершенно точно соответствующую своей паре. Следует лишь уточнить, что для воссоздания нитью молекулы ДНК парной себе нити требуются специальные условия, наличествующие в клеточной жидкости: присутствие ряда ферментов, стимулирующих реакцию, определенная концентрация водородных ионов и некоторые другие.

Структура ДНК определяет специфическое — присущее только данному организму — строение синтезируемых в клет-

ке белков. Каждой последовательной тройке нуклеотидов, входящих в цепочку ДНК, соответствует определенная аминокислота. Подчиняясь закономерности структуры ДНК, порядку чередования в ней нуклеотидов, аминокислоты — «кирпичики», из которых складывается белок — выстраиваются в цепочку и соединяются в молекулу белка. Строго говоря, белок строится не на самой цепочке молекулы ДНК, а на воссозданных по ее подобию «матрицах» — молекулах рибонуклеиновой кислоты (РНК), цепочки которой более коротки, чем у ДНК. Однако эта «технологическая подробность», уточняющая картину, не меняет сути явления передачи наследственной информации. Суть ее в том, что за синтез каждого типа белков ответствен определенный участок молекулы ДНК. В целом же молекулу ДНК можно сравнить с подробным «чертежом» организма и всех его деталей.

В настоящее время участок молекулы ДНК, ответственный за синтез одного из белков, рассматривают как ген. В уникальной структуре гена, в определенном последовательном расположении его нуклеотидов вдоль цепи, заключена вся информация о строении соответствующего данному гену белка — одного из многих белков, составляющих организм. Чем сложнее организм, тем больше в его составе различных белков и сложнее их структура. А значит зашифрованный в ДНК «чертеж» должен быть подробнее. И в самом деле, ДНК бактерий состоит из 10^7—10^8 нуклеотидов, а ДНК человека — более чем из 10^{10}.

Организмы одного и того же биологического вида построены по единому общему плану. Но в то же время у каждого из них весьма много индивидуальных различий в частностях. С точки зрения эволюции эти различия необходимы. В сущности, без них эволюция и не могла бы происходить. Она возможна лишь потому, что под влиянием различных внешних факторов в недрах половых клеток происходят биохимические изменения — поправки к полученной организмом от родителей наследственной информации, называемые биологами мутациями. Поправки эти случайны. Они могут вызвать в строении организма как вредные, так и полезные для него отклонения. Естественно, что в борьбе за существование организмы с менее полезными наследственными изменениями окажутся не столь жизнеспособными, как те, что приобрели весьма полезные для данных условий существования изменения.

Очевидно, для того, чтобы тот или иной вид организмов мог распространяться более широко, завоевывать для себя все новые пространства с иными, чем первоначальные, природными условиями, необходимо, чтобы в потомстве его возникали и закреплялись определенные отклонения, полезные в этих новых условиях. Но в потомстве только одного ор-

ганизма — если размножение бесполое, как у одноклеточных, которые просто делятся пополам — могут сочетаться унаследованные от родителя и полезные, и вредные изменения. Более многообразны качества, если они наследуются от двух родителей — при половом размножении. Тем более, что во втором поколении потомки наследуют качества уже четырех предков, в третьем — восьми, и так далее. В этом случае природа располагает огромными комбинационными возможностями. Естественный отбор может выбраковать те организмы, в которых соберутся вредные изменения и оставить место под солнцем лишь их более удачливым собратьям, взявшим от предков самые целесообразные для данных условий качества.

Следует, однако, заметить, что понятие «вредные» и «полезные» отклонения весьма условно. Существование тех и других целесообразно для вида в целом. Ведь условия жизни в разных районах (а подчас просто на разных участках в одной и той же местности) различны. Приспособленность переносить сильную жару и недостаток влаги полезна для обитателей пустыни. Но эта же приспособленность окажется вредной, если заставить такой организм жить на лесном болоте. Так что не стоит упрекать природу в жестокости.

Итак, соединение в одном организме качеств двух родителей целесообразно и необходимо для того, чтобы жизнь на Земле могла развиваться, совершенствоваться. Именно в этом биологи усматривают смысл существования двух полов и полового способа размножения, характерного для подавляющего большинства организмов. Женская половая клетка, созревающая в организме, не развивается в зародыш сама. Она ждет партнера — мужскую половую клетку. Только после того, как состоится их встреча и в едином ядре оплодотворенной яйцеклетки сольются хромосомы отца и матери, начинается развитие зародыша.

Значит, сперматозоид, попадая в женскую половую клетку, подает сигнал к началу ее деления. Каким образом, какими средствами это делается — еще не ясно. Известны случаи, когда этого сигнала и не нужно. Например, скалистые ящерицы, обитающие в горах Армении, размножаются без самцов: они откладывают неоплодотворенные яйца, из которых отличным образом выводятся молодые ящерки. Все они — самки. Самцов у этого вида до сих пор не обнаружено. Некоторые виды тлей чередуют половой и бесполый (партеногенетический, от партене — девственница) способы размножения: в теплое время года их самки откладывают девственные — неоплодотворенные яйца. Из них выводится вполне полноценное потомство. В более холодное время — весной и осенью — те же насекомые размножаются половым способом, при участии самца.

В недавнее время было установлено, что в некоторых случаях партеногенетическое развитие наблюдается даже у птиц — его заметили у индеек.

В лабораторных условиях удается побудить к развитию неоплодотворенные яйца тутового шелкопряда, воздействуя на них повышенной температурой. Из таких яиц выводятся здоровые и плодовитые бабочки. Снесенные ими неоплодотворенные яички можно вновь заставить развиться во взрослых бабочек. Советский ученый академик Б. Л. Астауров, пользуясь этим методом активации неоплодотворенных яиц (грены) тутового шелкопряда, вывел несколько партеногенетических линий бабочек. Естественно, что потомки бабочек-девственниц всегда оказываются самками. А это обстоятельство сделало работу Б. Л. Астаурова весьма ценной для практики. Методы его стали применяться в шелководческих хозяйствах, ибо они позволяют получать нужное количество грены. Причем надо отметить, что кокон, который свивает личинка-самка, крупнее того, что изготавливается личинкой самца шелкопряда.

Неоплодотворенные икринки лягушки также удавалось принудить к развитию, легонько проколов их иглой, смоченной свежей лягушачьей кровью.

Интересно, что партеногенетическое деление женских половых клеток удавалось обнаружить и у млекопитающих животных. Описано даже несколько случаев деления неоплодотворенной яйцеклетки у женщины. Кстати, один из этих случаев выявлен в лаборатории кафедры эмбриологии Крымского медицинского института (где работает один из авторов настоящей брошюры — профессор Б. П. Хватов) при исследовании яичников девушки, погибшей в результате несчастного случая. Зародыш состоял уже из восьми клеток. Не следует, однако, думать, что в этом или других описанных случаях мог бы родиться ребенок, у которого не было отца. Такие яйцеклетки погибают на самых ранних стадиях развития, не успевая даже прикрепиться к стенкам матки.

Библейская легенда о «непорочном зачатии» божьей матери — девы Марии — получает, как видим, даже какое-то научное обоснование теоретической возможности подобного случая. Однако творцы легенды просчитались в «незначительной» детали: если бы даже зародыш, начавший развитие из неоплодотворенной яйцеклетки, не погиб на ранней стадии утробной жизни, то родилась бы девочка. Ведь мы знаем уже, что хромосома, предопределяющая развитие мужского пола, может быть внесена в женскую половую клетку только при слиянии ее с мужской — сперматозоидом.

Близнецы. Сколько может быть их?

— Ученым проще получить искусственных близнецов, чем понять, как получаются естественные.— Оказывается, приемного ребенка можно не только взять на воспитание «готовым», но и родить.— Биологическая несовместимость, препятствующая приживлению в организме чужих тканей и органов,— даже тех, которыми врачи пытаются заменить утраченные или больные органы, является, очевидно, оборотной стороной нашего совершенства.— Очень возможно, что завтра биология сумеет дать положительные ответы на вопросы, которые современному человеку могут показаться безумными.

В тесной связи с загадкой партеногенетического развития стоит загадка рождения близнецов. Истинные близнецы ведут свою эмбриональную родословную от одной и той же оплодотворенной яйцеклетки, которая в силу каких-то причин после первого деления распалась на две отдельные клетки. В свою очередь, каждая из этих двух клеток после деления может вновь распасться на две отдельные. И так далее. Иные из зародышей, начавших наконец развиваться из этих, ставших самостоятельными клеток, могут погибнуть на ранних стадиях эмбриональной жизни, а потому совсем необязательно число родившихся близнецов окажется четным. Но, конечно же, истинные — или однояйцевые, как их называют ученые,—близнецы должны быть одного пола: ведь хромосомные наборы их изначальных клеток совершенно тождественны.

Рождение двойни — не очень уж большая редкость. Известен случай рождения пятерых детей. Относительно недавно газеты сообщили, что в Мексике у одной из женщин родилось девять детей. Правда, роды были преждевременными, новорожденные оказались нежизнеспособными и погибли.

Причины, которые побуждают яйцеклетку после первого же деления (а иногда и после повторного деления каждой из пары дочерних клеток) распадаться на две, неизвестны.

Известно лишь, что однояйцевых близнецов можно получить искусственным путем. Уже давно были проведены и стали классическими опыты с икринками тритонов и лягушек. После первого деления икринки — оплодотворенной яйцеклетки—экспериментаторы тонкой волосяной петлей перерезали

ее пополам — по клеточной стенке, разделившей две новые клетки. Из каждой «половинки» выводились лягушачьи или тритоньи головастики-близнецы, успешно развивавшиеся и впоследствии. Таким же путем удавалось получить близнецов у птиц. А в пятидесятых годах — всего полтора десятилетия назад — нечто подобное было проведено и с яйцеклетками млекопитающих. Из яйцевода крольчихи вымыли оплодотворенную и только что начавшую делиться яйцеклетку. Под микроскопом, с помощью микроманипулятора, вооруженного тонкой стеклянной иглой, одна из двух клеток зародыша была убита. Оставшуюся в живых «половинку» пересадили в яйцеводы другой крольчихе. «Половинка» прижилась там и, по истечении положенного срока, у «приемной мамаши» родился крольчонок. Кстати, пересадка яйцеклетки от одной крольчихи к другой нужна была для точности и убедительности опыта. Ведь у родной матери в утробе могли оставаться невымытые яйцеклетки. Для той же убедительности и доказательности «приемная мать» была выбрана другой породы. Яйцеклетку от черной крольчихи пересадили белой. А родила эта белянка совершенно черного крольчонка.

Теоретически рассуждая, и в опыте с яйцеклеткой кролика можно было бы разделить ее на две половинки и из каждой получить по крольчонку-близнецу. Но на практике осуществить это было бы очень сложно в силу очень маленьких размеров яйца млекопитающих. Это обстоятельство и заставило экспериментаторов пойти по описанному «грубому» пути.

Изучение близнецов и опыты с искусственным получением их имеют огромное теоретическое значение. Они призваны пролить свет на вопрос о том, когда происходит обособление клеток организма — та стадия, на которой несколько совершенно одинаковых клеток начинают развиваться каждая своим путем, давая начало различным органам и тканям.

Здесь тысяча загадок, решение которых открыло бы перед медициной пути к буквальному сотворению чудес — к осуществлению самых дерзких фантазий. Следует вспомнить, например, проблему несовместимости тканей.

Сломанная кость руки или ноги через какое-то время срастается. Заживает и глубокая рана мышечной ткани. В таких случаях начинают действовать восстановительные — регенеративные — силы организма. Более того, искусные хирурги могут, например, отрезать у подопытной собаки лапу, а затем снова пришить ее на свое место — и лапа приживется. Подобные случаи бывали и в медицинской практике — людям, пострадавшим в результате несчастного случая, удавалось поставить на место начисто оторванную конечность, прижить ее.

Так происходит лишь тогда, когда приживляется своя конечность — подгоняются друг к другу ткани одного и того же

организма. Если же взять двух собак даже одной породы, даже братьев или сестер, отрезать у них по лапе и попробовать «поменять местами» эти лапы, то самому опытному хирургу не удастся эта операция. С каким бы искусством, с какой бы тщательностью ни пришивал он лапу, она не приживется. Организм собаки отторгнет чужую ткань. Более того, оперированное животное и само погибнет. Безуспешными будут попытки приживления и других «чужих» органов — даже самых необходимых: сердца или почки, например, без которых животное наверняка погибнет.

Все дело в защитных реакциях организма, выработавшихся за многие века эволюции. Если в организм попадает извне чужеродный белок, то в крови и в тканях начинают производиться антитела — биологически активные вещества. С их помощью он ведет борьбу со всякой чужеродной тканью, тем или иным образом проникающей в него. А именно такой и является ткань подсаживаемого органа. Механизм иммунитета слеп. Он противится пересадке чужого органа на место окончательно поврежденного и вышедшего из строя собственного — операции, которая могла бы спасти ему жизнь. Не говоря уже о том, что он предпочитает деревянный протез настоящей — хотя и чужой — конечности.

Впрочем, из правила есть исключения. Пересадки органов оказываются успешными, если оперируемый и донор являются истинными однояйцевыми близнецами.

Конечно же, это редкий случай, когда больной имеет брата или сестру близнеца, да еще однояйцевого. Кроме того, при всей любви к больному брату или сестре никто не сможет пожертвовать свое сердце — оно у человека одно. Но почки, например, жертвуют. В мире осуществлено уже несколько десятков пересадок почек от однояйцевых близнецов — операций, спасающих жизнь и продлевающих ее на десятки лет.

Безусловно, если бы не было проблемы несовместимости тканей, подобных операций и спасенных от смерти или увечья людей были бы тысячи. Не обязательно даже пользоваться услугами доноров — можно было бы использовать органы, взятые у преждевременно умерших. Ведь используется же для переливания больным — и успешно помогает им побороть недуг, вернуться к жизни — посмертная кровь умерших. Как донорская, в том числе и посмертная, кровь хранится сейчас, ожидая острой в ней необходимости, так и жизненно важные органы — «запасные части» человека — могли бы сберегаться в особых хранилищах...

Кстати, о крови. Широко применяемое переливание крови больным — это тоже своеобразная операция по пересадке ткани, каковой, в сущности, является и кровь. И здесь тоже приходится думать о совместимости.

Переливание крови начали применять еще в прошлом ве-

ке. Но тогда почти каждый третий больной, которого пытались спасти этой операцией, умирал. Эритроциты — красные кровяные шарики — своей и чужой крови склеивались в комки в его сосудах и закупоривали их. Виной тому, как установили впоследствии, уже в начале нашего века, была несовместимость крови больного и донора.

Лишь после того, как были открыты группы крови, врачи вполне уверенно, не боясь смертельных исходов, стали делать операции по ее переливанию. Напомним, что групп крови четыре: О, А, В, и АВ.

Кровь О группы можно переливать всем. Человек, имеющий такую кровь — универсальный донор. Людям с 0 группой крови можно переливать только одноименную кровь. Кровь А группы можно переливать только тем, у кого А или АВ группа. Также и В группа крови может быть перелита только людям с одноименной или АВ группой. Кровь АВ группы может быть перелита только людям с одноименной кровью. Являясь ограниченными донорами, лица с кровью АВ группы — универсальные реципиенты. Им может быть перелита любая кровь.

Попытки же найти какие-то группы совместимости или несовместимости иных тканей не увенчались успехом. Возможно, они и есть. Но число их, очевидно, так велико, что классификация окажется практически бесполезной. Ведь если, допустим, донором для больного может стать лишь один из десятка тысяч, то отыскать его в нужную минуту будет не легче, чем иголку в стоге сена.

Интересно, что несовместимость тканей обнаруживается лишь у животных, стоящих на высших ступенях эволюционной лестницы. Если взять двух гидр, разрезать каждую из них пополам, половинку первой гидры присоединить к половинке второй и таким же образом соединить оставшиеся половинки, то «составные» животных отлично срастаются в одно. Для проведения такой операции не требуется даже особо тонкого хирургического искусства. Отлично удается сращивание двух «чужих» друг другу половинок у червей. Удавалось срастить две половинки от разных взрослых тритонов. Еще легче, чем у взрослых земноводных, проходят операции по пересадке органов и конечностей у головастиков тех же тритонов или лягушек. Достаточно опытный хирург может получить даже сказочных химер — например, лягушку не с четырьмя, а с пятью лапами — если пересадит одному головастику зачаток «лишней» конечности, взятый от другого.

Вспомним, что млекопитающие (в том числе, конечно, и человек) проходят в своем утробном развитии стадии, на которых зародыш имеет сходство и с гидрой, и с червями, и с земноводными. Естественно предположить, что на этих стадиях защитные механизмы, обороняющие организм от чужих

тканей, еще не включены. Это и в самом деле так: зародышу можно делать пересадки органов, не боясь, что его организм не примет, отторгнет чужую ткань. Правда, пока эта возможность имеет лишь теоретическое значение. Прежде всего врачи еще не располагают возможностью поставить диагноз неродившемуся, а во-вторых, операция плода представляется весьма сложной потому, что одновременно надо оперировать мать и тем или иным способом извлечь плод из матки, сохраняя при этом околоплодную жидкость. Впрочем, можно ожидать, что дальнейшее развитие медицины сделает реальным и то, и другое.

Интересна и обратная закономерность: взрослый организм нечувствителен к тканям чужого зародыша, которые успешно приживаются в нем. Иные ткани можно взять не только от зародыша, но даже и у новорожденных. Известен, например, опыт по пересадке в челюсть взрослой собаки зачатка зуба от новорожденного щенка. Зачаток этот приживался и развивался в нормальный зуб.

Для того чтобы узнать, какие механизмы включаются в клетках в тот момент, когда организм становится непримиримым к чужим тканям, к чужим белкам, необходимо исследовать биохимические процессы, протекающие в недрах клетки. Этим занимаются биохимия и молекулярная биология, изучающие жизнедеятельность на молекулярном уровне — превращения нуклеиновых кислот, аминокислот и белков. Но несомненно, что свою заметную роль играет в этих исследованиях и эмбриология.

Следует отметить, что не все хирурги разделяют мнение о том, что приживлению чужеродных тканей мешает их несовместимость с тканями реципиента (организма, которому делают пересадку). Известный советский биолог В. П. Демихов, например, склонен думать, что одной из важных причин этих неудач является несовершенство хирургической техники.

Известны его виртуозные опыты по пересадке сердца одной собаки к другой, по пересадке конечности. Ему удавалось даже приживить голову одной собаки другой. Несколько дней двухголовые собаки неплохо себя чувствовали. Пересаженная голова реагировала на внешние раздражители, даже лакала с блюдечка молоко. Однако, через несколько дней двухголовое животное погибало. Более длительное время жили собаки с пересаженными сердцами: в одном из опытов целых 142 дня! Но конец опыта опять-таки был трагическим: собака погибла. Симптомы недуга, поразившего организм, были такими же, что обычно характеризуют смерть после операции по пересадке чужеродных тканей.

Та же гидра наводит на размышления еще над одной проблемой, которая кажется сегодня еще более фантастической, чем пересадки «запасных частей».

Вспомним мифологию. Лернейская гидра — стоголовое чудовище, с которым сражался Геракл — отличалась тем, что на месте каждой отрубленной головы у нее вырастали две новые. Полупрозрачная прудовая гидра не случайно получила имя столь грозного чудовища. Она обладает поразительной способностью к регенерации — к восстановлению утраченных частей тела. Если разрезать гидру на несколько частей, то каждая из них восстанавливает недостающее и каждая становится новым, самостоятельным животным. Любая из половинок дождевого червя тоже восстанавливает недостающие части и становится полноценным животным. Более высокоорганизованные животные в меньшей степени обладают способностью к регенерации. Но у земноводных она еще достаточно велика: у тритона, например, может вновь вырасти отрезанная лапка.

Не следует думать, что млекопитающие — и в том числе человек — лишены способности к регенерации. Даже глубокие раны на теле у нас вновь обрастают тканью и затягиваются кожей.

Восстанавливаются в полном объеме и некоторые внутренние органы, пораженная часть которых была удалена хирургическим путем. Но, конечно, ампутированные конечности не могут отрастать вновь.

Внутри клетки, в работе ее тонкого внутреннего механизма, еще очень много тайн. По строению и начальная клетка зародыша, и мышечная клетка, например, пальца, и клетка кишечника очень похожи. В ядре каждой из них одинаковое количество хромосом, а стало быть, в каждой клетке заключена одинаковая информация. Но несмотря на это, мышечные клетки своею совокупностью образовали именно мышцы — причем не вообще бесформенные мышцы, а мускулатуру рук, ног, груди. Клетки же кишечника организовались именно в кишечник, а не в почку или печенку. На какой-то стадии внутриутробного развития сработал сигнал, по которому клетки стали специализироваться и развиваться не вообще, а по строгому плану, образуя ту или иную ткань. Мысль ученых напряженно работает над тем, чтобы понять механизм сигнала специализации клеток, а вместе с тем и сигнала, который говорит о совокупности клеток в целом, о том, что образование формы тела, например, образование руки или ноги — закончено. Кто знает, может быть, вместе с разгадкой биохимического языка этих сигналов к ученым придет и умение «обманывать» клетку — воздействуя на нее тем или иным способом, можно будет заставить ее забыть о том, что работа по созиданию, допустим, конечности была уже проделана. И тогда, возможно, наступит такое время, когда хирург, обработав соответствующим образом культю ампутированной ноги, сможет заверить больного, что через некоторое время

у него вырастет новая нога. Так же, как у ящерицы, на месте утерянного отрастает новый хвост.

Безусловно, что в разгадке этих сигналов свою роль должна сыграть и эмбриология. Ведь действие их проявляется на каких-то стадиях эмбрионального, внутриутробного развития.

Все сказанное звучит фантастически. Но для сегодняшнего дня науки характерно то, что фантастические идеи выдвигают не писатели-фантасты, а сами ученые.

В последние годы и в Советском Союзе и за рубежом были проведены сенсационные опыты по выращиванию целых растений — например моркови, из одной-единственной клеточки. Для этого клетку, взятую из ткани взрослого растения, обрабатывали специальным комплексом веществ, стимулирующих рост. Специалисты допускают возможность проведения подобного же опыта с клетками животных.

Ложные близнецы и многоплодие

— Гормоны и многоплодие.— Может ли корова стать инкубатором.— Утроба крольчихи — наилучшее помещение для стада крупного рогатого скота, которое нужно перевезти через океан.— Вознаграждение за долгое ожидание: курс лечения бесплодия венчается рождением тройни.

В предыдущей главе мы сказали, что близнецы, поскольку они ведут свое начало от одной и той же яйцеклетки, распавшейся надвое, должны быть одного пола. Однако не столь уж редки случаи, когда у женщины рождается разнополая двойня — мальчик и девочка. В быту их тоже называют близнецами. Но ученые, отличая от однояйцевых—истинных—близнецов просто двойни или тройни, называют последних ложными близнецами. Ведь они ведут начало от различных яйцеклеток и в этом отношении сходны с однопометными братьями и сестрами многоплодных животных.

Чтобы до конца пояснить разницу между однояйцевыми и ложными близнецами, следует совершить небольшой экскурс в анатомию.

У всех млекопитающих, в том числе и у человека, женский половой аппарат построен по одному типу. В нем различают яичники, яйцеводы, матку, влагалище и наружные половые органы. Однако степень развития полового аппарата и соотношение размеров его отделов в значительной степени отличаются у разных видов животных. В самом деле, кенгуру, например, не нуждается в объемной матке, ибо детеныши ее рождаются крошечными и донашиваются в сумке на брюхе матери.

В яичниках — их у животного два — происходит развитие яйцеклеток. Вместе с тем яичники являются железами внутренней секреции, которые выделяют в кровь женские половые гормоны, обусловливающие характерные признаки самок.

У молодых животных до наступления половой зрелости поверхность яичников гладкая. В зрелом же возрасте она бугриста: на ней выступают прозрачные, наполненные жидкостью пузырьки — фолликулы — и плотные, округлые «желтые тела». В фолликулах развиваются и созревают женские половые клетки. Здесь же происходит так называемое редукционное деление их, в итоге которого готовая к оплодотворению яйцеклетка имеет половинный по сравнению с клетками тела животного набор хромосом. Фолликулы периодически ло-

паются и выделившиеся из них яйцеклетки попадают в яйцеводы — их называют еще маточными трубами — где происходит их встреча с мужскими половыми клетками и оплодотворение (рис. 5).

В яичниках женщины одновременно созревает лишь один пузырек и только в редких случаях сразу два или более. У многоплодных животных — как, например, у кроликов или свиней — одновременно могут созревать до десятка фолликулов.

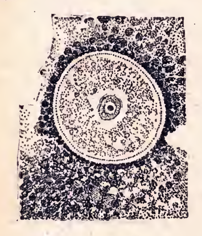


Рис. 5. Срез через яйцеводы человека.

После того, как фолликул лопнет (этот момент, соответствующий выходу из него яйцеклетки, называется овуляцией), на его месте возникает новое образование — «желтое тело». Оно быстро растет и вскоре достигает величины фолликула. Дальнейшая его судьба зависит от состояния яйцеклетки. Если она будет оплодотворена, и в матке начнет развиваться зародыш, то «желтое тело» остается в яичнике в течение всего периода беременности. Если же оплодотворения не наступило, то «желтое тело» отмирает.

Мы уже упомянули, что яичники — органы внутренней секреции. Главную роль в образовании ими гормонов играют как раз фолликулы и «желтые тела». В зависимости от того, какое из этих образований усиленно функционирует, зависит выделение яичниками того или другого из двух основных гормонов.

В фолликулах образуется первый из них — фолликулин, содержащийся в заполняющей пузырек жидкости. Под влиянием этого гормона интенсивно разрастается слизистая оболочка матки, подготавливаясь к восприятию оплодотворенной яйцеклетки.

После того, как фолликул лопается, растущее на его месте «желтое» тело начинает выделять второй гормон — прогесте-

рои. (Иногда его так и называют гормоном «желтого тела»). Он затормаживает созревание всех других фолликулов. Кроме того, он способствует еще более сильному разрастанию слизистой оболочки матки.

Прогестерон образуется все то время, пока яйцеклетка идет по яйцеводам. А если произошло оплодотворение и наступила беременность, то гормон продолжает выделяться и поступать в организм вплоть до ее окончания.

Следует отметить, что срок прохождения яйцеклетки по яйцеводу достаточно длительный — около трех дней. За это время слизистая оболочка матки успевает окончательно подготовиться к тому, чтобы к ней прикрепилась оплодотворенная и уже начавшая развиваться яйцеклетка.

Яйцеводы у млекопитающих животных — и у мелких, и у крупных — имеют относительно большую длину. Это и обуславливает длительность движения яйцеклетки от яичника до матки, необходимую, очевидно, для того, чтобы последняя могла закончить стимулированную прогестероном окончательную подготовку к приему зародыша.

У тех животных, которые приносят большой приплод, по яйцеводам движется сразу несколько яйцеклеток. Иногда при микроскопическом исследовании маточных труб можно увидеть цепочку их, следующих друг за другом (рис. 6).

Уже в яйцеводах начинаются первые стадии развития зародыша. Интересно, что этот период развития несколько



Рис. 6. Яйцеводы кролика. Пять оплодотворенных яйцеклеток, лежащих рядом. Каждое яйцо окружено массивной мукоидной оболочкой.

схож с развитием птичьего яйца: ведь созревающая в фолликуле яйцеклетка «запасает» некоторое количество питательных веществ, которые и позволяют сделать зародышу первые самостоятельные «шаги». Но этих запасов хватает очень ненадолго, и зародыш спешит прикрепиться к стенкам матки, чтобы начать кормиться за счет питательных веществ, которые доставит ему организм матери.

У разных животных форма и строение матки различны. Животные, отличающиеся многоплодием, имеют двурогую матку, подчас с очень длинными (у свиньи они, например, достигают двух метров — если, конечно, их вытянуть в длину) рогами. Здесь и размещаются прикрепившиеся к стенкам матки зародыши. У кролика, собаки, кошки их до десятка в двух рогах, а у свиньи и того более. Был даже описан случей, когда в рогах матки забитой свиньи обнаружили целых 43 зародыша.

У женщины форма матки грушевидная. И лишь в очень редких случаях она бывает двурогой. Но, возможно, что с многоплодием это обстоятельство не связано. Хотя вообще-то, как в последнее время заключили медики, способность к многоплодию (это не относится к однояйцевым близнецам, причины появления которых особые) передается по наследству. Определяется же эта способность тем, что, как мы это уже оговаривали выше, в яичниках одновременно созревают и лопаются два или несколько фолликулов.

Изучение механизма одновременного созревания яйцеклеток в нескольких фолликулах имеет важное практическое значение. Поэтому поиск в этом направлении велся давно и позволил выяснить многие интересные закономерности. Оказалось, например, что развитием фолликулов управляет один из гормонов, выделяемый гипофизом — небольшой по размерам, но очень важной по своему значению, эндокринной железы. Вводя этот гормон в организм овцы, например,—животного, чаще всего приносящего лишь одного ягненка—можно добиться того, что в ее яичниках будут одновременно созревать два, три, а то и больше яйцеклеток. Овца принесет двойню или тройню, а может быть, и больше ягнят.

Следует упомянуть, что метод стимуляции многоплодия в животноводстве был разработан благодаря трудам видных советских ученых, братьев Б. и М. Завадовских, изучивших действия упомянутого гормона и давших рекомендации по его практическому применению.

Любопытен еще один аспект применения в животноводстве гормона, стимулирующего многоплодие.

Селекционеры животноводы знают, как трудно вывести новую породу скота. Однако трудности сохраняются и в дальнейшем, когда порода уже выведена и следует распространить ее, размножить чистопородное стадо.

Допустим, что новое чистопородное — «элитное» — стадо насчитывает на первых порах десяток коров. Каждая из этих коров за всю свою жизнь приносит не более десятка телят. Попробуйте подсчитать, какой численности достигнет стадо, полученное от десяти первоначальных коров, скажем, за десять лет... Конечно, надо учесть, что в воспроизводство вступят их потомки: первый приплод молодое животное принесет уже на третий год после рождения. Но и при этом условии численность чистопородного стада за десять лет не превысит нескольких сотен голов. Конечно же, это немного!

Как уже было сказано, корова способна принести не более десятка телят за всю свою жизнь. А между тем в яичниках ее есть «заготовки» для образования 300 тысяч зародышевых клеток. Подавляющее большинство их не развивается и не созревает. Применение стимулирующих гормонов может подтолкнуть их к развитию. Пусть и при этом созреют далеко не все потенциальные яйцеклетки, а лишь несколько сотен. Но и этого уже достаточно.

Конечно, одна корова — даже и стимулированная гормонами — не сможет выносить и родить сотню телят. Но это и не нужно. Эту корову можно использовать как производителя яйцеклеток, которые можно периодически извлекать из яичников породистой матери, оплодотворять вне организма семенем породистого же быка, а затем начавшие развиваться зародыши в возрасте нескольких дней — тех дней, которые при естественном развитии потребны на прохождение яйцеводов — «поселять» в матку любой беспородной коровы. Она станет приемной матерью — или, если хотите, своеобразным «живым инкубатором» — и выносит чужое, наследственно породистое потомство.

Для подобной операции нужно лишь, чтобы половые циклы «донора» — животного, у которого берут зародышевую клетку — и «инкубатора», совпадали во времени. Ведь оплодотворенное яйцо способно прикрепиться к стенкам матки лишь в определенные периоды, а именно спустя определенное количество дней после того, как созреет собственная зародышевая клетка животного — «инкубатора». Ни раньше и ни позже!

Кстати говоря, это уже не фантазия. Правда, подобные пересадки яйцеклеток еще не вышли из стадии экспериментов. Но в эксперименте они большей частью проходят удачно. Особенно хорошо удавались они — судя по сообщениям в научной прессе — у кроликов. Успешными были и пересадки яйцеклеток овцам. В последнем случае была поставлена как раз практическая цель увеличения численности чистопородного стада и выполнена она была успешно: от одной породистой матки удалось получить 11 ягнят за сезон. Из этих одиннадцати лишь одного принесла сама мать. Остальные

десять были получены из ее яйцеклеток, пересаженных семи овцематкам — «инкубаторам». В другом подобном опыте из яйцеклеток, взятых от трех породистых самок, было за один сезон получено 28 ягнят.

В последнее время были проведены успешные операции и по пересадке яйцеклеток коровам. Более того, один американский исследователь говорит о возможности промежуточной пересадки оплодотворенной яйцеклетки коровы в матку крольчихи. Там зародыш развивается до четырех- или шестидневного возраста, после чего его необходимо пересадить корове—«инкубатору». Практический смысл подобной промежуточной пересадки в том, что таким образом в утробе крольчихи можно перевозить даже через океан потенциальное стадо породистых животных. Безусловно, столь дальняя перевозка десятка крольчих, в чреве которых «спрятано» стоголовое стадо скота, обойдется несравненно дешевле и доставит несравненно меньше хлопот, чем перевозка взрослых коров и бычков.

Действием гормонов гипофиза заинтересовались и медики. Дело в том, что некоторые виды бесплодия у женщин вызваны именно гормональными нарушениями: в яичниках таких больных не вызревают фолликулы. Инъекции соответствующего гормона стимулируют их созревание и после курса лечения к женщине возвращается возможность познать счастье материнства. В зарубежной печати появились сообщения о применении подобного метода лечения в Швеции и в Италии. Интересно, что в некоторых случаях женщины, долго страдавшие от невозможности стать матерью, получили материнское счастье в избытке: под действием гормона созревала не одна яйцеклетка, а сразу несколько и у иных матерей рождалась подчас двойня или тройня.

Плацента

— Пищу, преподнесенную материнским организмом, плод считает сырьем. Готовую продукцию производит для него плацента — изумительная по сложности освоенных ею технологических процессов химическая фабрика.— Статистика доказывает: если у супругов разные группы крови, их шансы иметь ребенка снижаются на 20 процентов.— Плацента, которую считали абсолютно надежным щитом плода, оказалась не столь уж непроницаемой. Доказательство тому — талидомидовая трагедия.— Плод не только «нахлебник» матери. В трудную минуту он становится самоотверженным помощником. К сожалению, в ущерб своему здоровью.

Теперь нам следует вернуться к той фразе из Талмуда, которая утверждает, что плод «ест пищу своей матери и пьет питье своей матери». Детали этого процесса — процесса питания зародыша — стали известны только на очень высокой стадии развития эмбриологии. А иные из них и до настоящего времени остаются неизвестными.

Как мы уже упоминали, питательные вещества, необходимые для самых первых этапов развития нового организма, поступают из желтка, запасенного в женской половой клетке. Яйцеклетки пресмыкающихся и птиц — животных, у которых развитие зародышей протекает вне организма матери и в то же время изолированно от внешней среды — несут огромные запасы питательных веществ. (Вспомним, например, куриное яйцо!) У млекопитающих запас желтка в яйцеклетке невелик. Пройдя яйцеводы, зародыш успевает израсходовать его полностью и спешит прикрепиться к стенкам матки, чтобы начать питаться с помощью материнского организма.

В матку зародыш попадает на шаровидной стадии своего развития — стадии бластулы. Спустя некоторое время он прикрепляется к слизистой оболочке и внедряется в нее. Наружные клетки зародыша очень активны: они обладают свойством разрушать слизистую оболочку матки и потреблять питательные вещества ее клеток. В дальнейшем развитие идет таким образом, что из одной части наружных клеток зародыша образуются оболочки плода, предохраняющие его от различных воздействий, а другая их часть врастает в слизистую оболочку матки. Вросшие клетки образуют ворсинки, которые в дальнейшем очень быстро развиваются и сильно ветвятся. Внутри ветвлений проходят мелкие кровеносные сосудики, которые собираются от всех ворсинок вместе и через пуповину ведут к плоду.

Врастая в слизистую оболочку матки, ворсинки разрушают ее кровеносные сосуды. В месте таких повреждений возникают небольшие кровяные озерца — лакуны, заполненные материнской кровью.

Так, к концу третьего месяца беременности заканчивается формирование плаценты — органа связи плода и матери. Этот орган построен из двух частей — материнской, которая состоит из измененной слизистой оболочки матки, и детской, построенной из ворсинок, образовавшихся при разрастании наружных клеток зародыша.

Плацента — важный и сложный орган, выполняющий очень много функций. Мы знаем уже, что наследственные задатки, наследственную информацию будущий организм получил от отца и от матери, причем получил поровну от того и от другой в момент слияния женской и мужской половых клеток. Теперь от деятельности плаценты, которая питает и охраняет зародыш от внешних влияний, зависит, в какой мере удастся реализовать эти наследственные задатки. Эмбриологи утверждают, что если эта деятельность хоть в малой степени нарушена, то эти нарушения могут сделать из потенциального Эйнштейна обыкновенную посредственность.

Кровь матери и кровь плода никогда и нигде не смешивается. Кровеносные системы этих двух организмов разделяют ткани ворсин. Через них-то и осуществляется обмен веществ между плодом и матерью. Ворсинки находятся в кровеносных лакунах, а в последние из артерий постоянно вливается свежая материнская кровь, приносящая питательные вещества. Эти вещества, а также поступающий с кровью кислород, всасываются и перерабатываются наружным покровом ворсинок. От лакун же берут начало вены, по которым происходит отток крови, насыщенной углекислым газом и вредными продуктами жизнедеятельности плода. Эти вещества выделяются в кровь лакун так же через ворсинки детской части плаценты.

Долгое время полагали, что питательные вещества из крови матери поступают в кровь плода по известным законам диффузии и осмоса. Однако после того, как к изучению деятельности плаценты применили новейшие методы исследования, стало ясно, что процесс поступления питательных веществ от матери к плоду гораздо сложнее. В клетках плаценты биохимики обнаружили большой набор ферментов. С помощью одних из них в ворсинках происходит разрушение тех сложных соединений, каковыми являются питательные вещества — разложение их на некоторые элементарные кирпичики. Другие ферменты помогают синтезу, сборке из этих кирпичиков питательных веществ другого состава, таких,

которые вполне удовлетворяют требования зародыша, которые могут быть усвоены им.

Таким образом, плацента — это своеобразная биохимическая лаборатория, а, может быть, даже целая фабрика, в которой из поставленного кровью матери сырья создаются питательные вещества, необходимые для питания плода.

Мы подчеркнули, что кровь матери и плода нигде не смешивается. Однако, если в плаценте есть какое-либо повреждение, небольшое количество крови плода может проникнуть в организм матери. В общем случае это небольшая беда. Но иногда это может привести к трагическим последствиям.

Впереди уже шла речь о совместимых и несовместимых группах крови — О, А, В и АВ. В дополнение к этой систематике крови в 1940 году была открыта систематика по резус-фактору.

Примерно у 85 процентов людей белой расы кровь «резус-положительна». У остальных 15 процентов она «резус-отрицательна». Если в семье у жены кровь резус-отрицательна, а у мужа резус-положительна, то плод — их будущий ребенок — может «пойти в отца» и иметь резус-положительную кровь. При наличии повреждения в плаценте кровь плода может проникнуть в кровяное русло матери. В этом случае лейкоциты — белые тельца ее крови — начнут вырабатывать антитела к резус-фактору. Впрочем, несмотря на это, первая беременность закончится благополучно. (Однако в том только случае, если до нее в крови женщины не было резус-антител. А они могли появиться в результате, например того, что при какой-то болезни ей переливали резус-положительную кровь.) Но впоследствии, когда женщина забеременеет во второй раз (следует иметь в виду, что первой беременностью следует считать и такую, которая закончилась искусственным абортом или выкидышем), может опять-таки случиться, что некоторое количество резус-антител пройдет через плаценту в кровяное русло плода. Антитела разрушают эритроциты — красные кровяные тельца—плода и вызывают склеивание их. В наиболее тяжелых случаях это приводит к тому, что плод погибает еще до рождения, в утробе матери. Чаще ребенок рождается живым, но процесс разрушения эритроцитов в его крови продолжается, и он вскоре умирает.

Открытие резус-фактора и выяснение механизма его действия сделали возможным лечение таких новорожденных. Основное значение здесь придается ранней диагностике, которая сводится к исследованию крови родителей на резус-фактор и выявлению в том случае, когда резус-факторы различны, антител в крови матери. В дальнейшем ведется тщательное наблюдение за течением беременности. В случае крайней необходимости матери делают кесарево сечение, после чего ребенку производят массированное переливание

крови — такое, чтобы заместить новыми все или почти все его эритроциты. Чаще же такое переливание делают новорожденному младенцу. Если оно не будет сделано, ребенок погибнет.

Процентное соотношение лиц с положительным и отрицательным резус-факторами, равным 85 : 15, наблюдается, как мы уже подчеркнули, лишь среди людей белой расы. У японцев же, например, лица с резус-отрицательной кровью чрезвычайно редки. А потому японским врачам почти не приходится встречаться с случаями гибели плода или новорожденного, обусловленными несовместимостью по резус-факторам. Но японские исследователи обнаружили, что возможна и опасна для плода несовместимость по группе крови.

Кстати говоря, группа крови — тоже наследственный признак, и он может быть унаследован плодом как от матери, так и от отца. Генетикам известны статистические закономерности, по которым тот или иной признак наследуется в потомстве. Эти закономерности безусловно истинны и соблюдаются во всех без исключения случаях. Но по данным японской статистики оказалось, что в браках женщин, имевших О-группу крови, с мужчинами А, В и АВ-групп, дети значительно реже наследуют отцовскую кровь, чем этого следовало бы ожидать на основе законов генетики. Да и число рождений в таких браках меньшее, чем в браках, где мужчина и женщина имеют кровь одной группы.

Изучение причин несоответствия действительных данных статистики тем, которые подсказаны генетикой, помогло выяснить, что в подобных браках от 17 до 20 процентов беременностей заканчиваются самопроизвольным абортом. Причина их заключается в несовместимости крови матери и плода.

Итак, мы видим, что зародыш, развивающийся в материнском организме, отнюдь не является какой-то неотрывной частью матери. Это вполне самостоятельный организм, со своими наследственными особенностями, полученными в той же степени от матери, в какой и от отца. Однако он тесно связан с матерью определенными взаимоотношениями, посредником в которых является плацента.

Пока еще остается неясным вопрос, каким образом регулируется потребность плода в питательных веществах и почему в одних случаях у матери рождается крупный ребенок, а в других случаях небольшой, меньшего веса. Не следует думать, что это зависит лишь от питания матери. Тем более не следует (как это делают некоторые беременные женщины за месяц или два до родов, желая несколько «умерить» рост плода и облегчить тем самым предстоящие роды) ограничивать себя в пище. Имеются данные, которые говорят о том, что при недостатке питательных веществ в крови матери плод с помощью плаценты забирает их непосредственно из ее ор-

ганизма. Рост плода таким образом идет по заранее известному плану, заданному либо его наследственностью, либо организацией плаценты. Ограничения матери в питании не отменяют этого плана, но конечно, затрудняют его выполнение. Страдает при этом в первую очередь организм матери, разрушаемый «требовательным» плодом, который не удовлетворен скудным рационом питательных веществ, доставленных ему материнской кровью. Страдает и развивающийся организм плода: получать необходимые ему питательные вещества за счет разрушения организма матери труднее, чем из ее крови.

Эти взаимозависимости ярко доказывают, что женщина во время беременности должна получать полноценное питание и в достаточном количестве с учетом того, что она кормит и себя и будущего ребенка. Но, конечно, как и в любую другую пору жизни, излишне обильное питание для нее не нужно.

Кроме важнейших функций по обеспечению плода питательными веществами и кислородом, по выведению из его организма вредных веществ, плацента несет еще одну, очень немаловажную функцию. Она служит барьером, преграждающим путь различным вредным факторам, которые могли бы повредить плоду.

В сущности говоря, свою барьерную функцию плацента выполняет уже и тогда, когда в ней происходит разложение на кирпичики тех питательных веществ, которые приносит материнская кровь, и созидание из них новых, наиболее приемлемых для организма плода. Тем самым плацента помогает плоду сохранить свою автономность и биохимическую индивидуальность. Но, главное, ткани плаценты препятствуют переходу в кровь зародыша химически вредных веществ, по той или другой причине оказавшихся в крови матери. Если мать заболела, то опять-таки именно плацента охраняет плод от проникновения в него микробов.

Долгое время считали, что плацента является абсолютной защитой для плода и никакие вредные влияния не могут пройти сквозь нее. Но в последнее время от этой точки зрения пришлось отказаться.

Одним из наиболее веских доказательств проницаемости плаценты были трагические последствия применения талидомида. Этот препарат с десяток лет назад был выпущен одной из западногерманских фармацевтических фирм и широко разрекламирован как снотворное и успокаивающее средство. Препарат и в самом деле прекрасно действовал на беременных женщин, особенно в тех случаях, когда на ранних стадиях беременности появлялись тошнота, бессонница и повышенная нервная возбудимость. Однако, как это выяснилось впоследствии, талидомид оказывал влияние и на плод,

Результат его применения был страшным: прокатилась волна рождений детей с уродствами конечностей. В лучших случаях у новорожденных не было пальцев на руках или ногах. В худших же у младенцев вовсе не было ни рук, ни ног — развитие их в утробе матери было остановлено специфическим биохимическим действием талидомида.

Этот невольный трагический эксперимент, осуществившийся в огромных масштабах (кстати, следует сказать, что ни в нашей стране, ни в большинстве стран социалистического лагеря, талидомид не применялся и фактов рождения детей с подобными уродствами не было) показал, что иные лекарственные препараты могут проникать сквозь плаценту и так или иначе влиять на развитие плода.

Механизм их перехода через плаценту пока неясен. Не изучено еще и влияние на плод тех или иных лекарственных веществ, которые широко применяются в медицинской практике и вне периода беременности не вызывают никаких побочных действий. Замечено, однако, что некоторые антибиотики, например пенициллин, ауреомицин и тетрациклин, а также сульфамидные препараты — сульфадимезин и норсульфазол подчас вызывают отклонения от нормального развития мозга плода и желез внутренней секреции.

Не следует, конечно, преувеличивать опасность для беременной женщины перечисленных антибиотиков или сульфамидных препаратов, а также любых других лекарств, и вообще не пользоваться ими. Подчас они необходимы для излечения будущей матери. Но следует избегать самолечения и пользоваться лекарствами только под контролем врача.

Говоря об индивидуальности и известной самостоятельности развивающегося в материнской утробе плода, нельзя преувеличивать ее и забывать о тесной взаимосвязи и биологическом единстве организмов матери и плода. Взаимосвязь эта очень сложная. Мы уже говорили, что плод «требователен», что при недостатке в крови матери необходимых ему питательных веществ он начинает получать их за счет разрушения материнского организма. Однако в иных случаях плод способен и к «самопожертвованию» — в случае нарушений в деятельности материнского организма некоторые органы плода берут на себя обязанность компенсировать недостаточную деятельность поврежденных или вышедших из строя органов матери. Исследования доктора медицинских наук Л. И. Громова показали, что особенно ярко эта помощь плода материнскому организму (Л. И. Громов назвал раннюю деятельность органов плода преждевременной функцией его) проявляется при нарушениях деятельности органов внутренней секреции. В опытах на экспериментальных животных беременным самкам крыс удаляли, например, щитовидную железу. Это приводило к тому, что начинали усиливать свою

деятельность щитовидные железы зародышей, очевидно снабжавшие соответствующим гормоном нуждавшийся в нем организм матери.

Еще более яркий опыт был проведен на собаках. Беременной самке удаляли поджелудочную железу, вырабатывающую инсулин. Организм, не получающий этого гормона, обречен на гибель. И в самом деле, если операция по удалению поджелудочной железы проводилась в первой половине беременности, когда железа плода еще не способна заменить материнскую, собаки погибали. Если же операция делалась во вторую половину беременности, железа плода брала на себя функцию материнской, и собака выживала. Но жила она лишь до родов, пока сохранялась ее связь с плодом. Как только плод переставал снабжать ее организм инсулином, собака погибала.

Преждевременное начало деятельности органов плода не проходит безболезненно для рождающегося нового существа. Оно приводит к быстрой изнашиваемости этих органов. Характерные примеры, доказывающие это, приводятся в медицинской и биологической литературе. Так, например, сахарный диабет у человека — это заболевание поджелудочной железы, при котором резко снижается деятельность клеток, вырабатывающих инсулин. (Случай, сходный с опытным удалением поджелудочной железы у собаки.) Естественно, что плод беременной женщины, больной диабетом, помогает материнскому организму тем, что его поджелудочная железа начинает выделять инсулин в избытке — и для себя, и для матери. Нередко новорожденные от таких матерей погибают в первые же дни жизни по причине избыточного содержания в их организме инсулина. Железа, привыкшая к усиленной работе, не может остановиться даже и тогда, когда избыток инсулина стал ненужным.

Открытие взаимосвязи в деятельности эндокринных органов матери и плода интересно не только в теоретическом плане. Оно приводит и к важным практическим выводам, сводящимся к тому, что любой врач — будь то хирург или терапевт — должен с особенным вниманием относиться к болезням беременной женщины, памятуя о том, что перед ним не один организм, а два, связанные сложными зависимостями друг с другом.

Заканчивая разговор о плаценте, следует прибавить к ее многочисленным функциям еще одну — она является своеобразным временным органом внутренней секреции и выделяет в кровь беременной женщины (если речь идет о человеке) гормоны, способствующие подготовке ее организма к вынашиванию плода и к будущим родам. Один из этих гормонов, например, вызывает расслабление связок таза и облегчает тем самым рождение ребенка.

Критические периоды

— Забота о здоровье ребенка должна начинаться еще до зачатия.— Может ли зародыш заблудиться?— Лечение, начатое до рождения, поможет избавить от недуга даже тех, кто считался обреченным.— Мир без болезней — возможен!

Пожалуй, не ошибемся, если скажем, что в огромном большинстве случаев люди слишком небрежно, а подчас и преступно небрежно, относятся к зачатию своего ребенка. Животноводы, которые стремятся получить от избранных ими производителей полноценное потомство, следят за тем, чтобы перед зачатием будущие отец и мать были здоровы, и не были переутомлены, чтобы им в этот период было обеспечено полноценное питание. У людей же зачатие подчас происходит случайно, может быть и в неподходящий для этого, по состоянию здоровья супругов, момент.

У любви свои законы. А потому речь идет не о том, чтобы в брак вступали лишь отменные красавцы, пышущие избытком здоровья и не о том, чтобы супруги встречались лишь после длительного отдыха. Речь идет о необходимости разумно относиться к каждой интимной встрече супругов в ту пору, когда они пришли к мысли о желании дать жизнь первому или любому следующему ребенку.

Мы говорили о влиянии на развитие плода различных лекарств, которые принимает беременная мать. Но еще большее влияние лекарства или иные химические вещества могут оказывать на неоплодотворенную яйцеклетку, кстати, не защищенную еще от этих влияний даже барьером плаценты. В той же степени те же химические вещества, проникшие в организм отца, могут повлиять и на развитие мужских половых клеток.

А потому следует оградиться от возможности зачатия ребенка в тот период, когда хотя бы один из супругов проходит, например, какой-то курс лечения и организм его «напичкан» лекарствами. Столь же категорически следует остерегаться возможности зачатия в том состоянии, когда кто-то из супругов пьян: алкоголь достаточно сильный яд и, хотя действие его на половые клетки еще не выяснено до конца, от него можно ожидать всяких неприятностей.

Именно с выполнения этих простых, в сущности говоря, требований должна начинаться забота родителей о здоровье их будущего ребенка. И, наверное, если они будут выпол-

няться всеми и при любых обстоятельствах — и дети, и человечество в целом станут более здоровыми и жизнеспособными.

Кроме того, женщине необходимо знать о так называемых критических периодах в развитии зародыша — периодах, во время которых он особенно чувствителен ко всякого рода воздействиям, передающимся на него от матери. Естественно, что в эти сроки и сама мать должна остерегаться тех или иных воздействий.

Уже самый первый период жизни зародыша — тот, в который оплодотворенная яйцеклетка проходит по маточным трубам — при неблагоприятных условиях может привести к осложнениям. Сильное волнение матери, например, может привести к тому, что яйцеклетка слишком быстро минует яйцевод. Попав в матку еще до приобретения способности прикрепиться к ее стенкам, зародыш погибнет. Еще хуже противоположная возможность: зародыш может не успеть вовремя войти в матку и прикрепится к стенкам яйцевода. Так получается внематочная беременность. Зародыш, прикрепившийся не на месте, лишен возможности правильно развиваться. В то же время он травмирует материнский организм и даже ставит под угрозу жизнь матери. Врачам приходится делать операцию и извлекать «заблудившийся» плод хирургическим путем.

По мнению члена-корреспондента АМН СССР П. Г. Светлова, чьи труды заложили основу изучения критических периодов развития зародыша, первый критический период падает на первые три недели внутриутробной жизни. Именно в это время происходит обособление всех основных эмбриональных зачатков и определяются пути развития различных групп клеток, из которых впоследствии образуются ткани и органы будущего организма. Различные неблагоприятные воздействия на мать, происшедшие в этот период, могут нарушить нормальный ход развития зародыша или привести к прекращению этого развития — к тому, что он не сможет прикрепиться к стенкам матки и погибнет.

Мы говорим пока о «неблагоприятных условиях» вообще, не уточняя, что это за условия. Эмбриологам еще предстоит выяснить, что благоприятствует, а что мешает на данном этапе развитию зародыша и прикреплению его к стенкам матки. Еще более важная задача, которая стоит перед учеными, заключается в том, чтобы выяснить возможности самого зародыша к исправлению последствий действия на него неблагоприятных факторов, и если эти возможности ограничены, отыскать способы усиления их, то есть способы кардинального лечения будущего организма на самых ранних ступенях его внутриутробной жизни.

Второй критический период развития человеческого заро-

дыша — это 4-я—7-я недели беременности. В начале этого периода формируется орган — посредник между организмами матери и плода — плацента. О той роли, которую играет она во всей внутриутробной жизни организма, мы уже говорили выше. А потому понятна важность стоящей перед медиками задачи: выяснить условия, мешающие правильному развитию плаценты. Зная их, можно будет позаботиться о том, чтобы будущая мать избегала конкретных влияний, которые могут оказаться вредными для плода.

Этот же период важен тем, что в ходе его в теле самого зародыша происходят такие ответственные процессы, как формирование центральной нервной системы, развитие внутренних органов плода, а на 5—7 неделе — развитие конечностей.

Мы особо уточнили время развития конечностей плода, чтобы еще раз вспомнить о талидомидовой трагедии. Тщательно проанализировав данные зарубежной прессы и медицинской статистики, советские эмбриологи установили, что страшные последствия его применения, выразившиеся в рождении безногих и безруких детей, наблюдались именно в тех случаях, когда его применяли на 5—6 неделях беременности.

Это напоминание позволяет, пожалуй, наиболее ярко показать значение второго критического периода в жизни зародыша. Пожалуй, изучение особенностей его протекания еще более важно для профилактической медицины, чем изучение первого периода. Ибо разного рода нарушения жизнедеятельности эмбриона в первый период развития большей частью оканчиваются его гибелью. Наверное, это — меньшее зло по сравнению с тем, которое случится, если нарушения возникнут позже и приведут в конце концов к тому, что родившийся ребенок окажется больным или уродом.

Впрочем, изучение особенностей развития зародыша во втором (как и в первом) критическом периоде важно не только для профилактической медицины, но и для лечащей. В самом деле, установлено, что в критические периоды наследственно здоровый зародыш весьма чувствителен к воздействиям извне, и эти воздействия могут вызвать ненормальное его развитие. Но отсюда же следует, что иные воздействия, определенным образом направленные, могут быть использованы для того, чтобы вылечить заведомо неполноценный зародыш.

В лаборатории П. Г. Светлова делаются первые шаги и в этом направлении. К примеру, описаны его работы над мутационной линией мышей, представители которой отличались недоразвитием глаз. Исследователи установили, что можно уменьшить этот порок у потомков подопытной мыши, если в период беременности повысить в ее рационе количество некоторых витаминов. Еще лучше были развиты глаза у мышат,

рожденных самками, которые в определенные периоды в начале беременности короткое время прогревались до температуры в 40° С.

Правда, у «внуков» и «правнуков», если вновь не был повторен курс лечения беременных самок, дефект глаз был снова большим — таким же, как и у контрольных мышей, матери которых не подвергались никаким воздействиям. Но можно полагать, что многократно повторенный в нескольких поколениях «курс лечения» беременных самок сможет все более и более полно исправлять наследственные дефекты. Не представляется невозможным и предположение о том, что удастся найти такой комплекс физических и химических воздействий, который сможет на все сто процентов исправить болезнь зародыша еще в материнской утробе и добиться рождения вполне нормального организма.

Конечно, от работ с лабораторными животными до применения тех или иных методов в медицинской практике очень далеко. Проведенные исследования пока говорят лишь о том, что этот дальний и трудный путь — проходим. А это уже немало. Это зовет в дорогу и позволяет надеяться, что не за горами время, когда медицина научится снимать с людей проклятье наследственных болезней. Впрочем, не только это. Не исключена возможность того, что медицина сможет не только лечить, но и улучшать человека — и тогда в каждом новом поколении будут рождаться дети, превосходящие родителей и красотой, и силой, и способностью мыслить.

Эмбриологическая кунсткамера

— Достоинства сравнительной эмбриологии.— «Американский мальчик» и «крымская девочка».— Астрономам легче: в иных случаях тайны космоса упрятаны менее надежно, чем тайны развития зародыша.— Даниэль Петруччи пополняет мировую коллекцию.

У индусов есть притча о слоне и четырех слепцах. Каждый из четырех захотел узнать, каков из себя слон. Но один ощупал лишь хобот, другой — ногу, третий попытался обхватить огромный живот слона, а четвертый ухватился за его хвост. Естественно, что у каждого из четырех слепцов сложилось весьма своеобразное представление об облике слона. Тот, что держался за хобот, сравнил животное с корабельным канатом. Второй утверждал, что слон, как колонна здания. Третий нашел, что живой гигант похож на бочку. И, наконец, четвертый был убежден в сходстве слона со змеей.

Если бы эмбриологи в познании закономерностей развития зародыша человека не руководствовались идеей о единстве развития животного мира и не обращались к изучению развития других животных, то у них могло бы сложиться столь же превратное, как у слепцов о слоне, представление о первых этапах жизни эмбриона. Ведь зародыши первых двух недель утробной жизни обнаружить весьма трудно. До сих пор в распоряжение ученых попадают лишь единичные экземпляры их. Только во время сложных гинекологических операций, когда у женщин приходится удалять матку или маточные трубы, иногда удается найти оплодотворенное яйцо или внедрившегося в матку зародыша. Каждая из таких находок является уникальной и входит в мировую коллекцию. Каждый найденный зародыш тщательно изучается и данные этого изучения публикуются в научной печати.

До последнего времени ученым всего мира было известно не более десяти зародышей в возрасте до одной недели.

Наиболее ранний зародыш был обнаружен в маточной трубе в том виде, как он располагается там в естественных условиях. В сущности, это еще даже не зародыш, а яйцеклетка, в которую совсем недавно проник сперматозоид. Внутри ее видно два клеточных ядра — одно «собственное», принадлежащее яйцеклетке, а другое — мужское, принесенное сперматозоидом. Они приближаются друг к другу перед тем, как слиться в одно.

Кстати, обнаружить зародыш непосредственно в маточной трубе, на том ее месте, где и произошло слияние яйцеклетки со сперматозоидом, помогла оригинальная методика исследования. Она разработана в лаборатории кафедры эмбриологии Крымского медицинского института и заключается в том, что яйцевод — маточная труба — свертывается в спираль. Спираль — «улитка» — специальным образом обрабатывается: окрашивается и с нее делаются срезы, которые впоследствии изучаются под микроскопом.

Ту же стадию развития зародыша — момент оплодотворения — удалось найти в 1966 году английским эмбриологам. Они применяли другую методику: методику вымывания яйцеклетки из яйцевода.

Известен в мировой коллекции обнаруженный американскими исследователями двухклеточный зародыш: яйцеклетка лишь недавно закончила деление.

Эти ранние стадии развития яйцеклетки у человека очень схожи с соответствующими стадиями иных млекопитающих животных. Есть лишь одно внешнее отличие—оболочка яйцеклетки у человека значительно тоньше. И только. В остальном же на этой стадии яйцеклетка человека по виду ничем не отличается, скажем, от коровьей или овечьей.

Следующий известный науке зародыш человека состоит уже из 58 клеток. Промежуточных между этими двумя ступеньками развития человеческих зародышей нет ни в одной эмбриологической коллекции. Однако надо полагать, что эти ступени развития у человека и других млекопитающих столь же сходны, как и первая ступенька — первое дробление оплодотворенной яйцеклетки надвое. А у животных они изучены достаточно полно, причем не только у классических лабораторных животных, какими являются мыши, кролики и морские свинки, и не только у домашних копытных. Эмбриологи собрали достаточно полную коллекцию зародышей столь близких к человеку животных, как обезьяны.

Но вернемся к уникальному, единственному в мировой эмбриологической коллекции зародышу из 58 клеток. Он был найден и описан американскими учеными. Рисунки его приводятся в очень многих руководствах по эмбриологии и по акушерству. Зародыш находится где-то на полпути от стадии морулы к бластодермическому пузырьку. Внутренние клетки его несколько раздвинуты: начинается образование внутренней полости.

Уникальным был до последнего времени и зародыш в стадии бластодермического пузырька, найденный опять-таки американскими эмбриологами. Возраст его — около 5 дней. Известен еще и семидневный зародыш.

Недавно ученым кафедры эмбриологии Крымского медицинского института удалось пополнить эмбриологическую

коллекцию находкой еще одного зародыша на стадии бластулы. Американский пятидневный зародыш состоит из 107 клеток. Крымский — из 100. (Рис. 7). Можно полагать, что он немного — на несколько часов — моложе американского.

Интересно, что у крымского зародыша удалось определить его принадлежность к женскому полу.

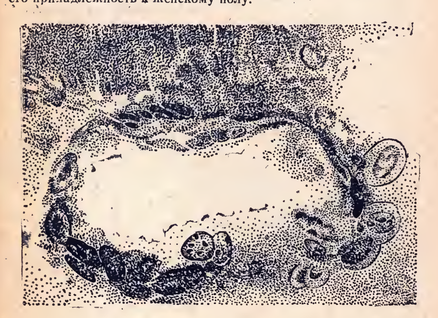


Рис. 7. Зародыш человека на стадии бластоцисты. «Крымская девочка».

Мы уже говорили, что пол определяется комплектом из двух половых хромосом. Если они одинаковы — зародышу предстоит родиться девочкой. Если различны — мальчиком. Естественно, что разглядеть хромосомы в клетках зародыша, покоящегося в утробе матери, невозможно. Несмотря на то, что пол будущего ребенка уже определен в момент зачатия, родителям предстоит еще целых девять месяцев пребывать в неведении об этом.

Впрочем, и в тех трагических, или по крайней мере драматических случаях, при которых неродившийся зародыш попадает в руки эмбриологам, они также не могут увидеть хромосом. Ведь последние заметны лишь в момент деления клетки. Если же она находится в покое, все хромосомы сливаются в плотном клеточном ядре.

Однако около двух десятков лет назад был найден способ определения пола животного даже при изучении покоящейся его клетки. Оказалось, что при прокрашивании срезов

тканей животного (а такое прокрашивание необходимо для того, чтобы детали клеточного строения стали отчетливо видны под микроскопом), в клеточном ядре замечаются маленькие темные глыбки. Причем образуются они лишь в тех случаях, когда ткани для исследования берутся у самок животных. В ядрах клеток самцов окрашенных глыбок не было.



Рис. 8. Клетки зародыша человека на стадии бластоцисты имеют ядра, содержащие под оболочкой тельца Бара — половой хроматин, характерный для женского пола.

Впоследствии происхождение темных глыбок было досконально выяснено. Оказалось, что они связаны с «замаскированными» в ядре половыми хромосомами. Причем глыбки образуются лишь тогда, когда в ядре присутствуют сразу две одинаковые (женские) половые хромосомы. Комбинация из двух разных — одной мужской и одной женской — половых хромосом, характерная для клеток мужского организма, при прокрашивании клетки не дает темного пятнышка на ядре.

Таким образом, наличие или отсутствие темного пятнышка (его называют половым хроматином) позволяет определить, чьи — мужского или женского организма — клетки под микроскопом.

Так вот, в ядрах клеток крымского зародыша был обнаружен половой хроматин (рис. 8). Это позволяет с уверенностью отнести его к женскому полу. Естественно, что только это в данном случае, на данной стадии развития и может

быть критерием пола. Ведь все прочие признаки развиваются значительно позднее. Даже половые железы в начале своего образования имеют одинаковый у обоих полов вид.

Надо отметить, что у эмбрионов из американской коллекции половой хроматин не был обнаружен. Поэтому следует, наверное, считать, что они принадлежат к мужскому полу.

Зародыши, о которых говорилось выше, были еще на стадии развития в яйцеводах — до прикрепления к стенкам матки. Находка и изучение их являются достижением самых недавних лет развития эмбриологической науки. Ранее, в конце 20-х — начале 30-х годов были описаны двухнедельные человеческие зародыши, только лишь укрепившиеся в слизистой оболочке матки. Находки эмбрионов на этой стадии развития и до сих пор редки. Но более поздние стадии такой редкости уже не представляют и в литературе имеется описание полной серии зародышей, по которым шаг за шагом можно проследить все ступеньки развития — вплоть до рождения.

Короткое описание экспонатов далеко не полной мировой эмбриологической коллекции говорит о трудностях изучения развития человеческого зародыша на ранних стадиях. Пожалуй, даже астрономы, которые, пытаясь познать внутреннее строение тел Солнечной системы, изучают строение метеоритов — случайных пришельцев из ближнего космоса — находятся в лучшем по сравнению с эмбриологами положении и располагают более богатым материалом.

Впрочем, в последние годы сведения о первых ступеньках развития зародыша были существенно пополнены изучением этого процесса вне организма матери. Наиболее известны работы в этом направлении итальянского ученого Даниэля Петруччи, исследовавшего ранние стадии развития зародыша человека вне организма матери — в «биологической колыбели».

Развитие зародыша вне организма матери имеет, наверное, свои особенности, свои отличия. А потому изучение этого процесса, протекающего в «биологической колыбели», лишь дополняет, но отнюдь не заменяет изучения редких «естественных» зародышей. Кстати, сопоставление «искусственных» и «естественых» зародышей может быть критерием того, обеспечены ли зародышу, чье развитие происходит в «биологической колыбели», столь же благоприятные, как и в организме матери, условия.

СОДЕРЖАНИЕ

ЗАГАДКИ ЭМБРИОНА

Борис Петрович Хватов,
Роальд Михайлович Федоров

Редактор **И. М. Тужилина**
Худож. редактор **Е. Е. Соколов**
Техн. редактор **Е. М. Лопухова**
Корректор **Е. Э. Ковалевская**
Обложка **А. Кузнецова**

А 12472. Сдано в набор 13/VII 1967 г. Подписано к печати 22/VIII 1967 г. Формат бумаги 60×90/16. Бумага типографская № 3. Бум. л. 1,5. Печ. л. 3,0. Уч.-изд. л. 2,64. Тираж 89 000 экз. Издательство «Знание». Москва, Центр, Новая пл., д. 3/4. Заказ 2340. Типография изд-ва «Знание». Москва, Центр, Новая пл., д. 3/4.
Цена 9 коп.

9 коп.

Индекс
70071

**ИДЕТ ПОДПИСКА
НА 1968 ГОД!**

**Серия
научно-
популярных
брошюр**

БИОЛОГИЯ

Индекс 70071

откроет перед читателем мир научных поисков. Она расскажет обо всем новом, значительном, интересном, что появилось в области биологии в самое последнее время: о том, как ученые проникают в загадочный микромир клетки, глубины мозга, как они изучают жизненные процессы на молекулярном уровне. В 1968 году выйдет 12 брошюр. В том числе:
Быховский Б. Е., акад. **Международный биологический год. Богоров В. Г.**, чл.-корр. АН СССР. **Жизнь океана. Кочетков Н. К.**, чл.-корр. АН СССР. **Удивительное вещество — гемоглобин. Чайлахян М. Х.**, чл.-корр. Академии наук Армении. **Ритмы жизни. Бжалава И. Т.**, докт. мед. наук. **Мозг и поведение. Дадыкин В. П.**, докт. биол. наук. **Космическое растениеводство. Сахаров В. В.**, докт. биол. наук. **Организм и среда. Морфология животных сегодня.** Сборник. **Генетика: наука и практика.** Сборник статей.

Подписная цена на год — 1 руб. 08 коп.

Серия расположена в каталоге «Союзпечати» в разделе «Научно-популярные журналы под рубрикой «Брошюры издательства «Знание».

Издательство «Знание»